

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-251902

(43)Date of publication of application : 09.10.1990

(51)Int.Cl. G02B 3/00  
G02F 1/1335

(21)Application number : 01-074221

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.03.1989

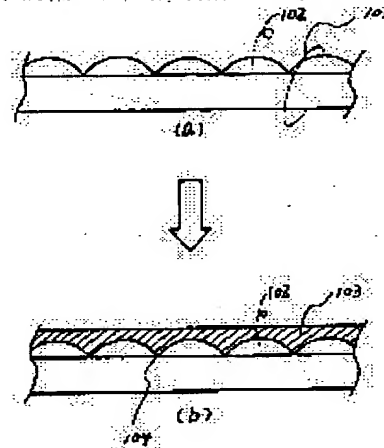
(72)Inventor : UCHIYAMA SHOICHI  
ITO YOSHITAKA

## (54) LENS ARRAY AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT FORMED BY USING LENS ARRAY

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To freely adjust the focal length of the lens array by flattening the surface of the lens array with a material having a specific refractive index.

**CONSTITUTION:** A circular cylinder of resist is produced by using the technique of photolithography and heat is applied thereto to induce flow in the resist. The resist is cooled to solidify at the point of the time when a lens shape is made by the surface tension of the resist to obtain microlenses 102. The rugged parts of the lens array 101 produced in such a manner are flattened with the material 103 having the refractive index larger than 1 and smaller than the refractive index of the material of the lens array 101. The power of each piece of the microlenses 102 is lowered in this way and the free control of the focal length or the free setting of the radii of curvature of the individual lenses is possible.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

[Embodiments]

The present invention is described in detail hereafter, with reference to the embodiments. However, the present invention is not confined to the following embodiments.

[Embodiment 1]

As shown in Fig.1 (a), an array of lenses 101 comprising micro-lenses 102 having a focal length of  $300\mu\text{m}$  was prepared. The micro-lenses 102 were made of resin having a refractive index of 1.52. Then, as shown in Fig.1 (b), a transparent resin 103 having a refractive index of 1.46 was applied on the micro-lenses 102 to a thickness of  $13.7\mu\text{m}$ . As a result, the distance between the micro-lens – board interface 104 and the collection point of each of the lenses was  $320\mu\text{m}$ .

[Embodiment 2]

As shown in Fig.2, an array of lenses 201 the surface of which was flattened with a transparent resin 203 was created. The respective micro-lenses 202 of the array of lenses were made of a positive resist (TF-20 ex. Ship-ley, refractive index = 1.65), having a lens diameter =  $65\mu\text{m}$  and a radius of curvature of  $150\mu\text{m}$ . The micro-lenses 202 were created according to the process shown in Fig.3. First, as shown in Fig.3 (a), a resist cylinder 301 was created using a photolithographic technique (only the cross section is shown). Then, as shown in Fig.3 (b), the cylinder was heated to cause the resist to flow. When the lens shape was formed by the resist's surface tension, it was cooled and solidified to obtain the micro-lens 302. On the surface of the array of lenses thus produced, a PMMA (refractive index = 1.49) was coated to a thickness of  $61.4\mu\text{m}$  to create the array of lenses 201. The distance between the micro-lens – board interface 204 and the collection point of the array of lenses 201 was  $320\mu\text{m}$  and the spot diameter on the collection surface was  $7.3\mu\text{m}$ . Alternatively, an array of lenses having a focal length of  $320\mu\text{m}$  was created using a similar procedure and materials without providing the transparent resin layer 203. This array of lenses had a radius of curvature of the lens of  $210\mu\text{m}$ . The lens had to have a larger radius of curvature where a transparent resin layer was eliminated. Therefore, the resist cylinder 301 in Fig.3 (a) should have had a small height. This made the production of the lens difficult because the resist hardly flowed when it was heated.

Consequently, the obtained lens was poorly shaped and the spot diameter on the focal plane was as large as  $64.8\mu\text{m}$ .

### [Embodiment 3]

In order to increase the light amount that passes through the liquid crystal pixel apertures of a liquid crystal display element, as shown in Fig. 4, an array of lenses 401 that was exactly the same as that of Embodiment 2 was applied on the both sides of a liquid crystal display element 402. With this structure, being collected by the array of lenses 401, the incident light 403 passed through the apertures 404 and improved the brightness on the display surface of the liquid crystal display element. As a result, the transmitted light 405 was increased by 70% when the array of lenses 401 was provided. In addition, no rippling was observed on the display surface of the liquid crystal display element. On the other hand, the transmitted light 405 was increased by 40% in amount when the array of lenses was provided without a transparent resin layer on the surface. Furthermore, the array of lenses had a rough surface. Therefore, there were gaps between the liquid crystal display element and the array of lenses. This caused rippling on the display surface of the liquid crystal display element. Because of the direct contact between the micro-lenses and the liquid crystal display element, the micro-lenses were damaged.

### [Efficacy of the invention]

As described above, the present invention flattens the surface of the array of lenses consisting of a material having a refractive index  $n_1$  using a material having a refractive index  $n_2$  wherein  $n_1 > n_2 > 1$  so that the focal length of the array of lenses can be arbitrarily adjusted. Alternatively, in order to create an array of lenses having a specified focal length, the radius of curvature of the lenses can be arbitrarily determined with a wide margin of production. Flattening the rough surface of the array of lenses also provides the additional advantage of protecting the lenses. Applying the array of lenses of the present invention to the front surface of a liquid crystal display element results in increasing the light amount on the display surface and eliminating rippling. Such a liquid crystal display element can be used to obtain an extremely highly bright projector and it obviously has applications in optical printers, copiers, and general liquid crystal display apparatus.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-251902

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月9日

G 02 B 3/00  
G 02 F 1/1335

A 7036-2H  
8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 レンズアレイ及びレンズアレイを用いた液晶表示素子

⑯ 特 願 平1-74221

⑰ 出 願 平1(1989)3月27日

⑱ 発 明 者 内 山 正 一 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
⑲ 発 明 者 伊 藤 嘉 高 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
⑳ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

#### 明 細 書

#### 1. 発明の名称

レンズアレイ及びレンズアレイを用いた液晶表示素子

#### 2. 特許請求の範囲

(1) レンズアレイにおいて、前記レンズアレイを構成する材料の屈折率を  $n_1$  としたときに、 $n_1 > n_2 > 1$  なる屈折率  $n_2$  を有する材料で、前記レンズアレイの表面を平坦化したことを特徴とするレンズアレイ。

(2) 請求項1記載のレンズアレイが、表示画面に対応するように偏えられていることを特徴とするレンズアレイを用いた液晶表示素子。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### (産業上の利用分野)

本発明は微小な光学レンズ体、及びレンズ体が

規則的に配列して成るレンズアレイ体及び液晶ディスプレイ、投射型プロジェクター、光プリンターなどの光学機器に使用される液晶表示素子に関する。

##### (従来の技術)

20~200  $\mu\text{m}$  程度のレンズ径を有するマイクロレンズ、あるいはそれらのマイクロレンズを規則的に配列して構成したレンズアレイは、ファクシミリや電子複写機等の結像光学系に、あるいは光ファイバコネクタの光学系などに応用されている。

前記レンズ径を有するマイクロレンズ(マイクロレンズアレイ)にはおもに二つのタイプの物があり、一つは分布屈折率形平板マイクロレンズであり、一つは凸もしくは凹形状レンズである。上記マイクロレンズに関する参考文献としては、①電気学会誌103[2] p127(1983)、②Applied Optics(アプライド オプティクス)誌 27[7] p1281

(1988)等がある。このうち形状レンズは、製造方法が簡便であり、従って製造コストが安く、また、レンズの製造段階で他の部品と一体化させることが出来るという利点を有している。

#### (発明が解決しようとする課題)

しかし、形状レンズはレンズ曲率の制御が難しく、特にレンズ径が小さく、かつ曲率半径が大きい場合に顕著であった。従って、レンズアレイの個々のマイクロレンズの焦点距離を自在に調整することが困難であるという課題を有していた。

そこで本発明は以上のような課題を解決するもので、その目的とするところは、個々のレンズの焦点距離を自在に調整し得る構成を有するレンズアレイを提供することにある。

#### (課題を解決するための手段)

上記課題を解決するために本発明のレンズアレイは、レンズアレイにおいて、前記レンズアレイ

また、凹凸部を平坦化することにより、個々のレンズの保護が出来、きわめて取り扱いのよいレンズアレイを実現することが出来る。また、レンズアレイを液晶表示素子等の前面に取り付ける場合には、本発明のレンズアレイは表面に凹凸を有していないため、表示素子に密着させることができ、ギャップに由来するモアレをなくすことが出来る。

#### (実施例)

以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

##### [実施例1]

第1図(a)に示すような、焦点距離が300 $\mu$ mのマイクロレンズ102を配列したレンズアレイ101を用意した。マイクロレンズ102は、屈折率1.52の樹脂で形成されている。次に、第1図(b)に示すように、このマイクロレンズ102の上に屈折率1.46の透明樹脂103を

を構成する材料の屈折率を  $n_1$  としたときに、 $n_1 > n_2 > 1$  なる屈折率  $n_2$  を有する材料で、前記レンズアレイの表面を平坦化したことを特徴とする。また上記レンズアレイを、表示画素に対応するように偏えることによって、液晶表示素子が構成される。

#### (作用)

上記の手段によれば、レンズアレイの凹凸部分を、屈折率が1より大きくかつレンズアレイ材料のそれよりも小さい材料で平坦化することにより、一つ一つのレンズのパワーを下げる事が出来る。従ってある曲率半径を有するマイクロレンズからなるレンズアレイを持ってきた場合、本発明を適用する事により、焦点距離を自在に調節することが可能である。また、ある焦点距離を有するマイクロレンズからなるレンズアレイを作製しようとした場合、本発明を適用すれば、個々のレンズの曲率半径を自由に設定することができ、作製マージンを広くすることが出来る。

1.3、7 $\mu$ mの膜厚になるようにコーティングをした。その結果、マイクロレンズ-基板界面104から一つ一つのレンズの集光点までの距離は、320 $\mu$ mになった。

#### [実施例2]

第2図に示す、表面を透明樹脂203で平坦化したレンズアレイ201を作製した。このレンズアレイの一つのマイクロレンズ202はポジレジスト(Ship-leey社製 TF-20 屈折率=1.65)で出来ており、レンズ直径=65 $\mu$ m 曲率半径=150 $\mu$ mである。このマイクロレンズ202は、第3図に示す方法で作製した。まず第3図(a)に示すように、フォトリソグラフィの手法を用いてレジストの円柱301を作製する。(図には断面形状のみ示す。)次に、第3図(b)に示すように、これに熱をかけ、レジストに流動を起こさせ、レジストの表面張力によりレンズ形状が出来た時点で冷却固化し、マイクロレンズ302を得る。このようにして作製されたレンズアレイの表面に、PMMA(屈折率=

1. 49)を膜厚=61.4 $\mu$ mになるようにコーティングしてレンズアレイ201を得た。このレンズアレイ201のマイクロレンズ-基板界面204から集光点までの距離は320 $\mu$ mであり、集光面におけるスポット径は7.3 $\mu$ mであった。一方、透明樹脂層203を設けずに、同様の手法、材料を用いて、焦点距離320 $\mu$ mのレンズアレイを作製した。このレンズアレイでは、レンズの曲率半径は210 $\mu$ mであった。このように透明樹脂層を設けない場合はレンズの曲率半径を大きくせざるを得ず、すると第3図(a)のレジストの円柱301の高さを低くせざるを得ないことからその後の加熱時におけるレジストの流動がうまく起こらず作製がきわめて困難であった。従って、得られたレンズの形状精度も悪いものであり、焦点面におけるスポット径も64.8 $\mu$ mと大きなものであった。

#### [実施例3]

液晶表示素子の液晶顕微鏡開口部を透過する光量を増大させることを目的として、第4図に示すよ

うに、実施例2と全く同様のレンズアレイ401を液晶表示素子402の前面に取りつけた。このような配置により、レンズアレイ401によって集光された入射光403は開口部404を透過し、液晶表示体表示面における明るさを向上させることが出来る。その結果、レンズアレイ401を取り付けた場合は、透過光405の光量を70%増加することが出来た。また液晶表示体表示面におけるモアレはいっさい見られなかった。一方、レンズアレイ表面に透明樹脂層を設けないレンズアレイを使用した場合は、透過光405の光量増加量は40%であった。またレンズアレイの表面が凹凸を有していることから液晶表示体とレンズアレイの間にギャップが生じ、それに由来するモアレが液晶表示体表示面にみられた。また、マイクロレンズと液晶表示体が直接接しているため、マイクロレンズに破損がみられた。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、レンズ

図は本発明の第2の実施例の説明図。第3図は本発明の第2の実施例におけるマイクロレンズの作製法の説明図。第4図は本発明の第3の実施例の説明図。

- 101・・・レンズアレイ
- 102・・・マイクロレンズ
- 103・・・透明樹脂
- 104・・・マイクロレンズ-基板界面
- 201・・・レンズアレイ
- 202・・・マイクロレンズ
- 203・・・透明樹脂
- 204・・・マイクロレンズ-基板界面
- 301・・・レジストの円柱
- 302・・・マイクロレンズ
- 401・・・レンズアレイ
- 402・・・液晶表示素子
- 403・・・入射光
- 404・・・開口部
- 405・・・透過光

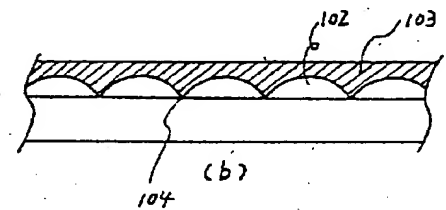
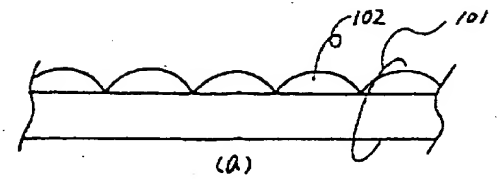
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の説明図。第2

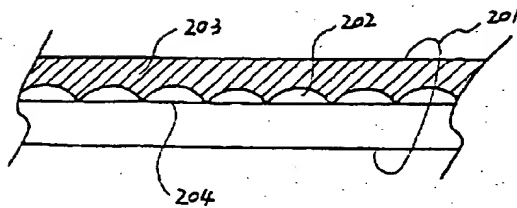
- 406・・・透光膜  
407・・・色素電極  
408・・・スイッチング素子

以 上

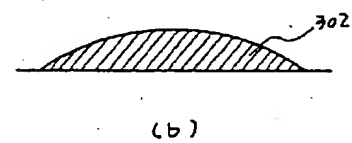
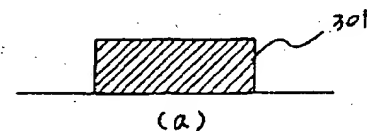
出願人 セイコーエプソン株式会社  
代理人 弁理士 鈴木喜三郎（他1名）



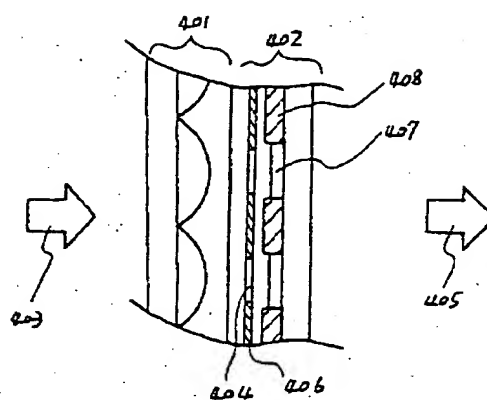
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第4図